香蕉園的土壤與營養管理

Soil and Nutrition Management on Banana Farm

蔣世超[1*]、張春梅[1]、李亞璇[1]、鍾貴香[1]

[1]台灣香蕉研究所

*E-mail: shihchaochiang@yahoo.com.tw

摘　　要

香蕉植株高大，生育期長達一年，在其生長與發育的條件中，能符合壤質土壤、土層深厚、排水良好等土壤條件，復有 25~30℃的氣溫和充足的水源，少量施以適當肥料，即可達到生育正常、產量豐富和品質優良的生產目標；因此，植蕉前作好適作土壤的選擇、生育期中採取有效的土壤、水分與肥料管理，是植蕉成功的關鍵。合理的蕉園肥培管理須認識香蕉的生長特性與營養需求，改善影響肥效的各種因子，以最少的施肥量，達到最佳的生產效益。香蕉的簡易施肥原則為：(1)施用量為特 4 號複合肥料(11-5.5-22) 1.5~2.5 公斤/株/年；(2)種植後一個月開始施用，每月施用百分率分別為總量的 5％、10％、20％、30％、20％、及 15％，每月份量可視天候情況分一至三次施用，抽穗後可免施肥；(3)鉀肥不足的蕉園須於抽穗前增施氯化鉀，施用量視土壤交換鉀量而異，一般推薦量為 400~600 公克/株。香蕉合理化施肥理念及實務的推廣教育仍需加強深化，蕉農可因避免施肥過量與成本降低而受益。

關鍵詞：土壤管理、合理施肥、香蕉、營養管理、

前　　言

香蕉 (*Musa* spp.) 為熱帶多年生大型草本植物，自有記載的歷史即有香蕉的栽培行為。香蕉品種雖多達 300 個至上千個，由於不同地區的香蕉有同名異種及同種異名的問題，在全球一百多個香蕉種植國家的栽培品種僅約一百五十個，種植面積有一千多萬公頃，產量超過一億公噸，是全球第四大糧食作物，許多熱帶國家重要的貿易作物及其人民賴以為生的經濟作物，其重要性相當明確，在 1960 年代，香蕉也曾經是帶動我國家與家庭經濟發展的重要果樹。以外銷為主的香蕉生產國家多屬開發中國家，香蕉進口國則均為已開發國家。因為受到土傳性香蕉黃葉病 (Fusarium wilt)病原菌(*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (FOC)) 第一生理小種(TR1)的嚴重危害，全球香蕉貿易主要品種由五十餘年前的'Gros Michel' (AAA)改變為目前的華蕉系 (Cavendish subgroup, AAA) 品種，爾後，華蕉系中的各商業品種又受到第四生理小種 (TR4) 的侵害，影響範圍已遍及全球產蕉國，選育抗耐香蕉黃葉病品種是香蕉產業最熱門的研究項目之一。台灣香蕉由先民自中國大陸華南地區引進種植已超過二百六十年，均以鮮食為主，目前的主要栽種品種為華蕉中的'北蕉'('Pei-Chiao')，由'北蕉'組織培養變異株選出的香蕉黃葉病耐病品種：'寶島蕉' ('Formosana')、'台蕉 5 號' ('Tai-Chiao No.5')及'台蕉 7 號' ('Tai-Chiao No.7')。以上品種從植苗到採收約需十一至十三個月，一年一收的栽培生產制度下，香蕉被歸類為一年生的長期作物。

台灣香蕉外銷日本有一百多年的歷史，香蕉在台灣種植面積曾高達五萬二千多公頃，外銷日本最高量超過四十萬公噸。香蕉為台灣少數可週年生產的水果，香蕉外銷產業的盛況雖已成過眼雲煙，但香蕉所提供的健康、可口、方便等消費特性，在台灣大多數民眾日常生活的需求上，仍扮演重要且親切的角色，依賴香蕉增加生活收入的農民亦不在少數。近三、四年來，超商販售條蕉的通路在香蕉內銷市場如異軍突起，蔚為風向，使香蕉需求導向由外銷轉為內銷，為台灣香蕉產業及蕉農生計帶來轉機。有關香蕉栽培管理的研究已累積豐富的資訊，在實務經驗上亦有相當成熟的技術，以下是香蕉園土壤管理與營養管理要點的說明。

蕉園土壤管理 蕉園土壤管理的目的為排除存在

於土壤中不利蕉株生長的各種因子，以營造

有利於蕉株生育的土壤環境，創造植蕉的最大利潤。蕉園土壤管理應從慎選優良的植蕉土壤開始，以收事半功倍之效。

蕉園選擇

香蕉為草本植物，惟株型巨大，生長快速，葉面水分蒸散量大，因此，維持正常生長與生理作用的水分需求量較高，須仰賴豐富的水分供應及分佈深廣的根

系吸收。又，香蕉脆弱的草質根群大部份分佈在地表下 30~45 公分的深度，小部份可穿入較深層的土壤，土壤特性如深度、質地及內部排水等是否適宜，對香蕉根系發育和產量決定具有絕對重大的意義，當植蕉者選擇了土壤特性不佳的農地植蕉時，已註定失去獲得較高產量的先機，即使再多的優良肥料亦無法補救在產量上的損失，因此，選擇良好適宜的土壤是植蕉成功的先決條件。高產蕉園土壤應具備：1.土層深度至少有 60 公分；2.根系分佈範圍的土壤超過田間容水量的時間不應多於 24 小時；3.排除滲漏速率低的黏質及壓實土壤 (Stover and Simmonds, 1991)；4.地下水位離地表至少 100 公分等條件，而以沖積平原、冲積扇、三角洲、河階平台、昔日湖泊地區、海岸平原等肥沃沖積土壤及火山灰土壤所建置的蕉園通常是重要的高產蕉區。香蕉根系對土壤的物理限制因子是相當敏感的，高產蕉園與植蕉壽命長的蕉園都和適當的土壤條件有關。土壤孔隙度、機械阻力、排水、通氣、及有效性水等亦都是蕉園土壤選擇時的考量因素。

土壤質地

在全球香蕉主要產區的熱帶美洲，蕉園建置選擇的首要條件為土壤質地，最佳的土壤質地等級為壤土，其次為輕黏質地，一般適合香蕉種植的理想土壤質地從壤土(Loams)至黏壤土(Clay loams)均可，砂質土壤和黏粒超過 45%的土壤不被推薦作為蕉園使用。依據 Hartman (1929)的研究，’Gros Michel’果串大小和土壤質地呈相關關係，果把數目和果指長度隨土壤黏粒含量增加而減少。高雄、屏東及台東地區的石礫地雖非一般農作的理想用地，只要不是位於低窪浸水地帶，當選擇種植香蕉時，由於排水良好，植株通常高大，產量相對較高，但植株易因扎根及立柱不深而倒伏。土壤質地不佳的蕉園可藉客土或在表土中添加混合適當比例的優質土壤，為改善蕉園土壤質地的可行方法。

土壤深度 土壤深度是保障蕉株水分、養分供應與支持植體的重要因素，蕉園土壤深度

以超過 1.2 公尺為最佳的優先選擇，客進良好品質的適當土壤可為增加土層深度的作法。

土壤排水

土壤排水包含可目視的地表排水狀態及不易察覺的內部排水狀態。良好的排水系統是蕉園建立必備的基本考量與規劃，大面積蕉園的排水設計應包含主排水道、次要排水道及三級排水支道，密集的三級排水支道功能可迅速將大雨後的水量儘速集中並移出園區，避免影響蕉株。排水道的形式可以是建於地表的明式排水，也可以設計埋於地下的暗管式的排水。在輕質地土壤蕉園，為能降低排水道維護的成本，減少土壤流失與塌陷現象，以穿孔的塑膠管深埋地下，集水後流入次要排水道，再進入主排水道，此方式可以減少地表排水道所佔用的空間，增加

5~7%的植蕉面積。在地下水位較高或土壤質地較黏重的蕉園，可採用明式排水道排水，水道內應植草以穩定水道中土壤，避免有流失的現象。小面積蕉園的排水較易設計但常被忽視，通常在整地時確定排水口與周邊排水溝的相對位置，建立地表坡度使能控制地表水向排水口的方向流動即可。

土壤內部的排水能力指土壤藉重力自然排除過多水分的速率，土壤內部排水影響土壤空氣的多寡與交換，短時間可直接影響蕉株的呼吸作用和生理作用，長時間則間接影響蕉株的發育與產量；除了質地主宰土壤內部自然排水能力外，各種不透水層的存在及地下水位的深度亦都是重要的影響因子。為減輕香蕉黃葉病的危害，台灣南部的許多蕉園經營多採香蕉與水稻輪作模式，水稻種植時生成的不透水層如未能在整地時妥善消除，將影響蕉株生長及花芽分化的效率，是導致許多蕉園產量偏低的必然因素。土壤中不透水硬磐層除了影響土壤內部縱向排水外，蕉株根系生長空間受到限制，遇到此一不透水層就無法向下伸展；在土壤乾燥時，地下水亦無法藉由毛細現象向上移動，提供蕉株根系利用。在多雨水季節，雨水蓄積在不透水層上，使表土水分飽和度增加，造成缺氧的厭氣環境，時間愈長，對根系的傷害愈深，不僅施肥效益降低，影響蕉株生長，還會因生長停滯，蕉農誤以為是營養不足現象而施用更多化肥，將使根系問題惡化，加強香蕉黃葉病的發生與嚴重性。因此，不透水層必須在蕉園整地時以大型機具確實深耕打破。長期積水與地下水位偏高都會阻礙香蕉根系向下發展的趨勢，造成「浮頭」現象而易於倒伏。地下水的高水位如維持在地表 120 公分以下，灰斑層在 90 公分以下，始不致對蕉株根群及生育造成不利的影響。蕉園有排水不良的風險時，可以選擇築高畦植蕉，以避免積水對蕉株根系健康的威脅，畦頂離畦底應至少有 30 公分。

土壤給水 香蕉的草質根系分佈淺而廣，在栽培管理中極易因水分管理不當而受
傷或感
病。香蕉的需水量大，但又忌土壤水分過高而傷害根群。因此，蕉園水分供應量的多寡與土壤水分含量的控制，在蕉株生育和健康管理上佔有重要的地位。從蒸發散量的研究估算，蕉園在晴天平均每月須供水 100 公釐，幼苗期的植株尚小，供水量相對較少；植後 3 個月，隨著植株生質量的迅速增加，蕉園的蒸發散量大幅增加，水分供應量與供應頻率亦應適度增加。雨季時節可視狀況免去灌溉，初夏雨水尚未來臨前的枯水期長達 5 至 7 個月，是加強水分供應的時期，每週至少供水二至三次，以使根圈土壤保持潮濕為原則，避免過乾與過溼的土壤水分逆境，限制根系的發育和正常生理功能。蕉園設置水分張力計來監控土壤水分時，在根系密集深度 (30~35 公分)的土壤水分張力達-0.2 至 -0.3 分巴時，即應進行供水措施。傳統淹灌(漫灌)的水分供應方式效率最低，管路灌溉的灌溉效率較高且易掌控，省工、省時、省水，可避免傳統灌溉中肥料流失導致分佈不均或土壤過乾與過溼的水分逆境，及黃葉病病原菌隨灌溉水流散佈田間的缺點，軟管噴灌是較常用的灌溉方式。加肥滴水灌溉(Fertigation)則是目前先進蕉園水、肥管理效率最高

的組合。蕉株在蕉苗定植初期、花芽分化期及果房發育期，應特別注重適時與適量的水分供給。肥料施用前後亦應有適當水分供應的配合以提高施肥效益。

土壤分析

有效率作好蕉園土壤管理工作，首要透過土壤分析資料了解各項土壤特性，一般多僅強調化學性的狹義肥力分析。在肥培管理上，多數農民習慣於憑藉直覺、經驗、植體外觀、農友間口耳相傳，或肥料商推荐來決定肥料施用的種類和施用量，能夠自始即瞭解土壤特性，作好施肥規劃，或接受土壤肥料專業人員指導推薦，進行施肥管理者極少。科學而合理的土壤管理與作物施肥，應以土壤理化性測定與作物營養診斷的結果，參考作物實際生長發育情況，作為調整土壤管理與肥料施用量的依據。因此，蕉園土壤理化性的測定、測定結果的分析解釋、依據分析結果提出土壤管理方法與施肥推薦、蕉農對測定分析結果的瞭解、將土壤管理方法與施肥推薦付諸執行、依植體分析與蕉株發育作施肥修正等，為進行蕉園土壤管理與合理施肥的正確步驟與過程，亦為蕉園健康管理推廣教育的內容。蕉園土壤的理化性測定可委託台灣香蕉研究所或地區的農業試驗機關進行分析，土壤管理與施肥量則可由台灣香蕉研究所依據土壤分析結果作初步規劃與推薦。

表土保護

農田土壤養分多集中在表土層，表土是農地精華價值的所在。蕉園在整地植苗初期，蕉苗小而直立，地表裸露面積相對較高，表土常因梅雨及溝 (淹灌) 作業導致表層土壤移動或流失變淺，造成土壤養分的損失，降低土壤肥力強度，此現象是眾多蕉農疏忽的盲點。減少蕉園表土流失的作法是在植畦上鋪以銀色 PE 布保護鬆軟的表土，銀色 PE 布不僅具有保水、保溫、雜草管理及提早抽穗的作用，還可因反光驅離蚜蟲，無農藥避免病毒病傳播，收一舉數得的效果。草生栽培不僅減少土壤和肥料流失，還有保水、保持土壤疏鬆、促進水分及肥料在土壤中快速移動的功能，缺點為雜草管理耗費較多人工。山坡地蕉園則可採取等高線栽培，建立引流堤及植草排水道等措施，以減少表土流失。

土壤酸鹼值

香蕉植株可耐受土壤酸鹼值從 4.5 至 8.5 的寬廣範圍，但其適當的生長範圍為 5.5 至 6.8，多數蕉園土壤具有偏高的酸性，山坡地蕉園更甚。土壤酸性偏高除降低大量元素的有效性外，多有鈣 (＜1200mg/kg) 及鎂 (＜140mg/kg) 缺乏的現象發生，影響蕉果與後熟品質，亦有提升微量元素的有效性導致過量吸收的毒害風險。同時，偏高的土壤酸性提供土傳性香蕉黃葉病病原菌適宜的環境，可能助長香蕉罹病的發生與嚴重性。因此，強酸性 (pH＜5.5) 的蕉園土壤有及時採取矯正措施的必要。調整蕉園土壤酸鹼值多以施用石灰、苦土石灰、蚵殼粉或矽酸爐渣等石灰性資材為主，同時有供應鈣或鎂元素的肥料功效，其中蚵殼粉的價格成本

最低。土壤酸性得以降低係累積長時期施用石灰資材的結果，每公頃施用量因土壤物理、化學及施用資材等性質的差異，可從 2 公噸高至 10 公噸，簡易施用時通常為每公頃 2~4 公噸，每年或每隔一年施用一次，需時一年或數年完成。施用最佳時機與方法是在整地時以大型機具將之與耕犁層土壤充份混合，地表施用的矯正效果較低，至少每三年應犁入一次。山坡地蕉園施用石灰資材時須考慮被雨水流失的問題。

土壤有機質 有機質的添加與累積亦為蕉園土壤管理的重點工作。有機質是影響土壤品質

的重要成份，土壤的物理、化學和微生物性質大都和土壤有機質含量有直接與間接的關係。香蕉植株自植苗至採收的一年中快速產生了數千至上萬倍於蕉苗的生質量，果串採收移出後的殘株約佔總生質量的四分之三至六分之五，尤以葉柄與葉鞘含有高量的纖維質，留置田間分解後可為有機質的供應源與後作的營養源，經營數年的蕉園土壤有機質累積現象顯示，蕉株殘體在蕉園養分循環上佔有相當重要的份量(圖一)(Chang, et al., 2009)。

有機質肥料的施用為增加土壤有機質含量的另一途徑。從土壤保育與地力維護的觀點，使用有機質肥料為長期性的農地投資，以改善土壤品質為主要目的，養分供應僅為其附加功能。蕉株旺盛的養分吸收能力仰賴其有健全發展的根系，施用化學肥料可提供大量快速的營養成份，仍需依賴優良的土壤物理條件，如土壤構造與土壤水分的配合，以發揮最大肥效。對長期作物的香蕉而言，為延長蕉園的植蕉壽命，施用有機質肥料應以追求其對土壤物理性質的改善效果為出發點。有機質肥料的施用量均以噸計，投入金額在農業經營成本上佔相當大的比例，復以有機質肥料的種類繁多，品質互異，價格相當懸殊，常令農民有無所是從之感。有機質肥料的選用當以腐熟、長效、廉價、無二次公害為基本原則，配合化學肥料減量、適量的施用，即可達到增產、保育與改善品質的三重目的。有機質肥料可提供作物所需之部份養分，故在化學肥料之用量上可酌情減少，以降低無謂的成本支出。

台灣蕉園土壤的有機質含量多在 1~2%之間，有機質肥料的施用量，視其原料種類與土壤性質而定，一般在每年每公頃 4~8 公噸左右，以每公頃植蕉 2,000 株

的密度計算，每株平均僅 2~4 公斤，營養供應及土壤改良效果極為有限。蕉園有 機質肥料亦有每公頃施用 20 公噸或更高者，以色列蕉園每公頃的農場堆肥 (FYM) 用量多高達 100~500 公噸，蕉園植蕉壽命通常為 7~10 年。每公頃施用農場堆肥 80 公噸，在不施化學肥料的情況下，可增產 33% (Lahav, 1973b)。有機質肥料應於

蕉苗定植至少 15 天前，在整地時作基肥施用，使與植畦土壤均勻混合，可充份發 揮有機質肥料在營養供應與土壤改良上的功能。

有機質肥料也可於中耕時，在蕉株單側或雙側開溝，施入後覆土作追肥使用。前作殘留的假莖枯葉或當期作的綠肥作物，可於開溝施肥同時，一併移入溝內掩

埋，促進腐化。開溝宜深，俾擴大有機質肥料和土壤的接觸面積，提高有機質的土壤改良效果，縮短有機質與香蕉根系間的距離，促進根系對養分的吸收。中耕開溝施用有機質肥料的缺點是可能導致蕉株根系的機械傷害，有利於黃葉病病原菌自傷口入侵。地表直接施用的有機質肥料宜經常保持適當的濕潤狀態，避免裸露乾燥，可促進土壤微生物與腐植質的活性。有機質肥料宜長期施用，且和土壤充份混合，始能發揮其對蕉株在生育、產量和品質上的實質功效。

香蕉營養管理

台灣有亞熱帶的氣候環境，雨量充沛，月均溫度 25-30℃，陽光充足，香蕉生長在排水良好的土壤，植株高大，多在 2.6 公尺至 3.6 公尺之間，植株生質量累 積迅速，予人以香蕉具高養分需求的屬性，蕉農的認知和習慣偏向長期高量的肥 料供應，唯恐養分供應不足影響植株的生育，造成產量和品質上的損失。事實上， 香蕉自種植至採收所吸收的主要營養元素總量不及總生質量的百分之一，部份營養來源須依賴肥料施用以補充。反而是香蕉植株的平均水分含量則高達百分之九十以上，適當的土壤水分供應才是促進根系有效吸收土壤養分的關鍵。合理的肥料施用量配合適時適量的水分管理是滿足蕉株正常生長需求的重要因子。

香蕉營養需求 蕉園可供給天然養分的來源包含土壤礦物質、土壤有機質、動植物殘體、大氣、灌溉水等，以上養分來源的有效總量不足蕉株維持正常生育需求時，必須透過施肥措施予以補充。香蕉生育期中所吸取的養分僅有果實的部份是在採收後被移出園區，其餘均以殘株形態留存園內，可經分解釋出進入養分循環途徑供後作利用，後作的施肥量通常以移出量作為補充之參考。各養分元素留存園內的比例不同，在鮮蕉年產量 50 公噸/公頃的蕉園中，以 N、P、K、Ca、Mg、S 等六種大量元素及微量元素 B、Cu 的移出較多(表一)，所應補充的施用量亦相對較多，但須扣除上述來源可供應的有效量，故蕉園每年所需施用的肥料量實際上並不多。香蕉在生長過程中，先由根部吸收各種必要的大量元素，再以不同的分配比 例輸送至各器官；在不同的生育階段，各器官的元素濃度表現部份增加、部份減少或無明顯增減的複雜現象，但從不同香蕉種植地區所得到的變化資料均顯示相似的型態 (Montagut, et al., 1965；Twyford and Walmsley, 1974II)，即各大量營養元素的吸收量有隨生長以不同速率呈接近直線增加的趨勢 (Twyford and Walmsley, 1974III)。不論各器官內的養分濃度如何改變，針對 ’Robusta’ (AAA) 高產蕉園蕉養分吸收的研究顯示，生長一年包含果串的香蕉植體五種大量元素的總含量以等量肥料 (Equivalent fertilizer)表示，分別為 N 150.5 公克、P_2O_5 40.7 公克、K_2O 561 公克、CaO 158 公克及 MgO 99 公克，總計約僅 1.0 公斤 (Twyford, 1967)。

氮元素在香蕉植體中沒有貯藏的作用，施氮可促進生長，但如有其它抑制生

長的因子存在時，氮的吸收同時停止。一般而言，氮肥施用量每株每年供應100~170公克已足夠維持正常生育和產量 (Hernandez, et al.,1981)，多施反導致減產 (Langenegger, 1982)，並延長果實成熟期間 (Fox, 1989)。高劑量氮肥對促進香蕉生長的效果不如低劑量而注重灌溉的效果 (Holder and Gumbs, 1983)。此外，香蕉吸收過量的氮將因鉀元素不足及 NH_4-N 累積導致後熟品質上發生斷指的缺陷
(Martin-Prével and Montagut, 1966b)。 香蕉為嗜鉀性的作物，植株的全鉀含量是
全氮含量的3~4倍。對新植組織培
養蕉苗而言，鉀肥吸收率最高的時期是發生在營養生長期的前半段，元素鉀在植體中經再分佈後以利往後乾物質的累積。當鉀肥供應充足時，營養生長期的後半段吸收大量的鉀，對蕉株的成熟過程有特殊的作用。當蕉株抽穗後，即使鉀肥的供應豐富，鉀元素的吸收量減少 (Fox, 1989)。當植體中鉀含量不足時，氮、磷、鈣、鎂、鈉、錳、銅、鋅等元素送至導管的移轉作用受阻；當低鉀導致香蕉總乾物質減少一半時，受影響最大的器官是果串，可減少 80%，且變脆易折，果指細而不飽，但對根系則無影響 (Turner and Barkus, 1980a)。香蕉缺鉀最明顯的葉部徵狀為老葉先行黃化，繼而乾枯，中肋前端呈向下彎曲狀，葉片變小，壽命減短，花芽分化延後，果指數及果把數減少，尤其是果指變短，終致減產 (Lahav, 1972)；缺鉀的另一特徵是葉片間距變小呈簇生狀。除生長和產量受影響外，香蕉鉀含量增加時還可增加糖酸比 (Vadivel and Shanmugavelu, 1978)，鉀元素對香蕉果實品質的影響勝過對產量的影響。鉀元素可改善香蕉產量及品質 (朱，1963；Twyford and Walmsley, 1974IV)，氮元素則無此效果 (Langenegger, 1982)；相對重要性較低的氮肥施用過量會導致較重要的鉀元素吸收量減少 (Melin, 1970；Langenegger and Smith, 1988)，故香蕉的肥培管理特別以鉀肥的充份供應為重點。

和氮、鉀比起來，香蕉對磷的吸收量相對甚低，對磷的反應亦較遲緩，磷肥施用在多數土壤中對香蕉的效果並不明顯。葉部磷含量約為 0.18%，由於在植體中容易移動，除新植蕉苗外，缺磷現象極少在田間發生。因此，在施肥管理上亦不強調。鎂的供應不足將減少香蕉根系對土壤磷的吸收、降低植體磷的吸收達19% (Martin-Prével, 1978；Turner and Barkus, 1983a)，和磷在植體中向上移轉的能力 (Martin-Prével, 1978)。

鈣和鎂也是香蕉需求較多的營養元素，其重要性卻因過份強調三要素而忽略，幾乎無人為了營養需求的理由施用鈣和鎂肥料。鈣在香蕉植體中不易移轉，鈣的吸收量和乾物質的累積有關。砂耕蕉株缺鈣時的徵狀為新葉葉脈接近中肋部位變得粗厚，約 10 天後葉脈間近葉緣處產生褐化，進一步向中肋發展為鋸齒狀的外觀 (Martin-Prével and Charpentier, 1963)。鈣缺乏的另一重要特徵為新葉葉片變形或消失，成為針狀葉(Spike leaves)，此為春暖時節蕉株迅速生長並大量施用鉀肥所產生暫時現象，其葉片鈣含量為正常之半 (Stevenson, 1980)。台灣山坡地酸性缺鈣土壤蕉園中亦最常見，短時間以後的新葉就恢復正常。缺鈣植株的果實品質不佳，且在後熟階段易有裂果缺陷。產期落在四月至六月間的台灣春蕉偶有果

肉硬心 (Banana rubberiness)的後熟缺陷發生，應與果肉中鉀鈣比偏高有關 (蔣等，2006)。由土壤鈣有效性指數(Ca / K+Ca+Mg)與華蕉植株鈣含量關係所計算出的適當土壤交換性鈣為 0.7meq/100g (Lahav and Turner, 1983)。

鎂缺乏現象多發生在 10 至 20 年未施鎂肥或施用高鉀量的老蕉園中，其葉部徵 狀有幾種情形：葉緣黃化並向中肋發展、葉序改變、葉柄呈紫色斑駁狀、葉緣褐 化、及葉鞘與假莖分離，田間常見的徵狀為老葉葉緣與中肋間白化。鎂吸收量和
乾物質的累積無關，但和土壤中交換性鎂濃度呈等軸雙曲線的關係 (Lahav and Turner, 1983)。缺鎂所導致的減產和植體其它部位生長的減少成比例，但缺鉀所造成果房的變小則更甚於植體其它部位生長的減少 (Lahav, 1970；Turner and Barkus, 1980a)。氮與磷、鉀間及鉀與鈣、鎂間所存在的拮抗現象同樣也在香蕉植體上發生。

香蕉肥料 新植蕉園的肥料三要素施用比例隨種植地區的土壤差異、種植密度及產量目
標而有不同的推薦，加勒比海地區的 9-9-35 (Twyford and Walmsley, 1974IV)，以色列的 6-1-9 (Yair, Personnal communication)，格瑞那達的 11-11-33 (Twyford and Walmsley, 1974IV)，及夏威夷的 13-3-37 (Nelson)，台灣則推廣 11-5.5-22 的香蕉複合肥料超過四十年。香蕉的需鉀量高，台灣蕉園土壤的交換性鉀普遍偏低，因此，除了推薦施用的複合肥料外，還鼓勵蕉農參考土壤分析報告，酌量額外施用鉀肥以作補充。

蕉園合理施肥

「不足增施，過量減施」是合理化施肥的基本精神；適時、適量、適地、適肥、適法為合理化施肥的原則。合理的肥料施用不但可有效促進蕉株的正常生長，提升作物的產量和品質，還可減少能源的浪費，緩和土壤劣化及地球暖化的趨勢。推薦於蕉園施用的化學肥料以特 4 號複合肥料 (11-5.5-22)為主，使用簡單 方便。依據不同香蕉品種的肥料試驗結果顯示，在土壤條件正常、未施用有機質 肥料、水分適當供應且無不利的氣候因子，如雨水過多、溫度偏低等逆境的情況 下，香蕉組織培養蕉苗或吸芽苗自種植至採收僅以特 4 號複合肥料為養分補充來
源時，1.5~2.0 公斤的用量相當於每年每株提供氮 165~220 公克、磷酐 82~110 公 克、及 氧化鉀 330~440 公克，即可得到每株 18~35 公斤的果串重，視品種及季節 而異 (蔣等，1996；1998；1999)。

每年三月至五月是台灣種植高品質香蕉的最佳時機，也是香蕉外銷的旺季；以南部平地蕉園三至五月植蕉的肥培管理為例，組織培養苗在定植一個月後或吸芽苗在新葉長出後，進行第一次施肥作業，視天氣晴雨每月施用 1~3 次，施用量 隨植株的成長逐漸增加，在種植三至四個月後的花芽分化期間達到最高量。全期

肥料量分六個月在抽穗前後施用完畢，每月施用量分別為總量的 5%、10%、

20%、30%、20%及 15%，即 75-100 公克、150-200 公克、300-400 公克、450-600 公克、300-400 公克、及 225-300 公克。肥料施用的位置在離假莖 15 (幼苗期) 或 30 公分 (中株期)外的四周作全面撒施，施肥後，能以表土將肥料略作敷蓋較佳，或 實行草生栽培可防止雨水流失，延長肥效。蕉株在抽穗後由於營養生長終止，可 停止施肥，將部份人工集中於葉片保護及水分管理，以確保果房正常發育。規劃 下一代的宿根栽培時，可於母株抽穗時選擇一「葫蘆頭，筆仔尾」的健壯吸芽為 其子代，果串採收後，保留母株殘留的假莖，高度約 1.5 公尺，作為子代養分立即 有效的供給來源。宿根蕉株可酌情減施肥料，施用組織培養蕉苗或吸芽苗蕉株施 用量的三分之二至四分之三。非在上述時段內植蕉及山地蕉園的施肥因蕉株受氣
溫和水源的影響，如八月至十一月植蕉時，蕉株在冬季低溫及雨水不足的情況下，營養生長期和花芽分化期長達 8 或 9 個月，施肥頻率和每次施用量則宜依當地 氣候、植株生育及水分供應狀況作適當調整。

為提高肥效，避免肥料流失，在雨量充沛的季節或輕質地、低肥力的砂質土壤蕉園進行肥培管理，應把握少量多施的原則。肥料施用的適當時機，以土壤濕潤時為宜，亦即在灌溉或雨後行之，或在施肥後行短時間噴灌。蕉園灌溉以噴帶灌溉較傳統溝灌和淹灌更有效率，不僅可經常保持潮濕狀態的土壤，提供蕉株根系穩定而良好的生長環境，並提高肥效，節省水、電、人工及時間等生產成本，減少肥料及表土流失。對於輕度感染香蕉黃葉病的蕉園，更可因土壤含水量的有效控制，降低帶病原菌土壤隨灌溉水移動的機會，延緩黃葉病在蕉園內的蔓延。加肥滴水灌溉是目前最有效率的蕉園水與肥供應方式，採取兩年三收栽培模式的香蕉收益可以彌補灌溉設施的高成本而獲益。

結　　論

香蕉是中年以上國人印象最深刻的台灣水果，營養可口，物美價廉，一向受到種植者與消費者的喜愛。適合香蕉正常生長的自然條件為：氣溫高、雨水足、土層深、排水好、肥力佳；妥善的蕉園栽培管理是為了提升香蕉的生產潛能及維護蕉果的優良品質。長久以來，蕉農管理蕉株與蕉果的技巧都已嫻熟自如，但在觀念和認知上仍有加強及補充的空間，部份蕉園土壤管理和營養管理的內容即是值得探討與溝通的議題。蕉園的土壤管理原則與方法和其它作物的田區管理相近，只是受到重視的程度不高，例如土壤水分管理是影響肥效的關鍵因子，往往偏廢。在營養管理上則須要了解蕉株的生育階段與養分需求，一般而言，蕉農的共同心態依舊是擔心營養不足，肥料寧可超施以求安心。總之，香蕉生產的土壤品質教育和合理化施肥概念仍待加強，我們期待新一代蕉農的接棒，則傳承香蕉產業後繼有人。「土壤管理有機化，施肥管理合理化」是蕉園生產管理的基本理念。

參考文獻

1. 蔣世超、張春梅、陳美珍. 1996. 氮肥施用量對北蕉生育、產量與品質之影響. 中國園藝 42(1)：68~77.
2. 蔣世超、陳美珍、張春梅、柯定芳. 1998. 四號複合肥料(11-5.5-22)用量對台蕉二號生育、產量和後熟品質之影響. 中國園藝.44(2):180-188.
3. 蔣世超、張春梅、陳美珍、柯定芳. 1999. 台肥四號複合肥料(11-5.5-22)適用量對中矮性抗黃葉病香蕉品系 TC1-229 生育、產量和後熟品質之影響. 中國園藝 45(3):255~262.
4. 蔣世超、張春梅、陳美珍、柯定芳. 2006. 香蕉硬心發生原因與預防-從礦物營養的觀點. 臺灣園藝. 52(3):263~276.
5. Chang, C. M., C. P. Chao, S. N. Huang, and S. C. Chiang. 2009. Fusarium wilt incidence, growth, yield, and post-harvest quality of banana as affected by organic farming system in Taiwan. International ISHS/ProMusa Symposiumn, Global Perspectives on Asian Challenges, Guangzhou, China. Sept. 14-18, 2009. 413-420.
6. Charpentier, J. M. and P. Martin-Prével. 1965. Major and minor nutrient deficiencies in banana. Fruits. 20:521-557.
7. Fox, R. L. 1989. Detecting mineral deficiencies in tropical and temperate crops. In Plucknett, D. L. and Sprague, H. B. Westview Tropical Series 7. Westview Press, Boulder, Co.
8. Hartman, A. N. 1929. Biometrical studies of the ‘Gros Michel’ bananas. The bunch: variation of weight and its component parts; relationship with underlying and component parts. United Fruit Co. Res. Bull: 18.
9. Hernandez, T., F. Robaina, and T. Garcia. 1981. Study related with nitrogen levels in banana (*Musa sapientum*) var. 'Giant Cavendish' (Victoria). Soils and Fertilizers. 46(5):4823.
10. Holder, G. D. and F. A. Gumbs. 1983. Effects of nitrogen and irrigation on the growth and yield of banana. Tropical Agric (Trinidad and Togabo). 60(3): 179-183.
11. Langenegger, W. 1982. Nitrogen nutrition of ‘Dwarf Cavendish’ bananas in South Africa. The Third Meeting of the International Group on Mineral Nutrition of Bananas, CSFRI, Nelspruit, Republic of South Africa.
12. Langenegger, W. and B. L. Smith. 1988. Nitrogen requirements of banana in South Africa. Fruits. 43:639-643.
13. Lahav, E. 1970. The role of plant analysis and metabolic indicators in the determination of potassium levels on the banana plant. PhD Thesis. Hebrew University of Jerusalem, Israel.
14. Lahav, E. 1972. Effect of different amounts of potassium on growth of the banana.

Tropical Agric. 321-333.
15. Lahav, E. 1973b. Effects and interactions of manure and fertilizers in a banana plantation. Israel J. Agric. Res. 23:45-57.
16. Lahav, E. and D. W. Turner. 1983. Banana Nutrition. Bull. 7. Intl. Potash Ins. Worblau-Bern, Switzerland.
17. Martin-Prével, P. and J. M. Charpentier. 1963. Culture sur milieu artificiel. Symptomes de carences en six elements mineraux chez le bananier. Fruits. 18:221-247.
18. Martin-Prével, P. and G. Montagut. 1966b. Essais sol-plante sur bananiers. 8.Dynamique de l'azote dans la croissance et le dévelop. ement du végétal. 9.Fonctions des divers organes dans l'assimilation de P, K, Ca, Mg. Fruits. 21:283-294. and 395-416.
19. Martin-Prével, P. 1978. Effects of magnesium and potassium nutrition on phosphorus uptake and redistribution in a cultivated plant, *Musa* sp. In Plant Nutrition. 1978: Proc. 8th Int. Colloq. on plant analysis and fertilizer Problems. 329-338. Auckland, NZ.
20. Melin, Ph. 1970. The effects of heavy mineral applications on bananas. Fruits, 25(11):763-766.
21. Montagut, G., P. Martin-Prével and J-J. Lacoeuilhe. 1965. Nutrition minerale comparée dans six essays. Fruits. 20:398-410.
22. Nelson, S. www.ctahr.hawaii.edu/nelsons/banana/ripeningbunchmanagement.pdf.
23. Stevenson, D. R. G. 1980. Low calcium levels in bananas produce dog-eared leaf and leaf browning. Banana Bull. 44:4-5.
24. Stover, R. H. and N. W. Simmonds. 1991. Bananas. (3rd ed.) Longman Scientific and Technical. 468 pp.
25. Turner, D. W. and B. Barkus. 1980a. Plant growth and dry matter production of the 'Williams' banana in relation to supply of potassium, magnesium and manganese in sand culture. Scientia Hortic. 12:27-45.
26. Turner, D. W. and B. Barkus. 1983a. The uptake and distribution of mineral nutrients in the banana in response to supply of K, Mg and Mn. Fert. Res. 4:89-99.
27. Twyford, I.T. 1967. Banana nutrition: a review of principles and practice. J. Sci. Food Agri. 18:177-183.
28. Twyford, I.T. and D. Walmsley. 1974. The mineral composition of the 'Robust' banana plant. II. The concentration of mineral constituents. Plant and Soil. 41:459-470.
29. Twyford, I.T. and D. Walmsley. 1974. The mineral composition of the 'Robust' banana plant. III. Uptake and distribution of mineral constituents. Plant and Soil.

41:471-479.

30. Twyford, I.T. and D. Walmsley. 1974. The mineral composition of the ‘Robust’ banana plant. IV. The application of fertilizers for high yields. Plant and Soil. 41:493-508.

31. Vadivel, E. and K. G. Shanmugavelu. 1978. Effect of increasing rates of potash on the quality of banana cv. ’Robusta’. Potash Rev. 24:1-4.

表一、在年產量 50 公噸/公頃蕉園中各種營養元素之平均移出量與留存量。

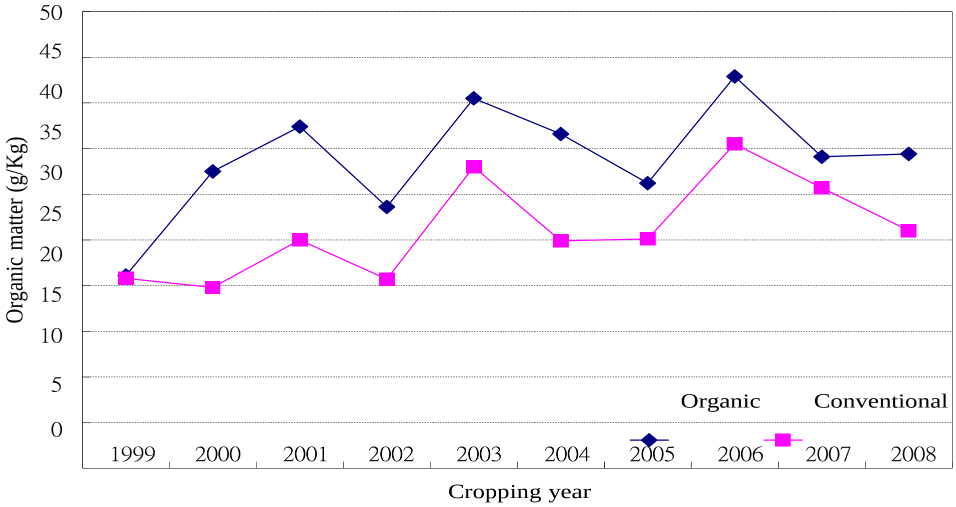
Table 1. Average amount of nutrients (kg/ha) in banana plantation yielding 50 t/ha.

營養元素	果實移出量 (公斤/公頃)	植體留存量 (公斤/公頃)	總量 (公斤/公頃)	移出率 (%)
氮	189	199	388	49
磷	29	23	52	56
鉀	778	660	1438	54
鈣	101	126	227	45
鎂	49	76	125	39
硫	23	50	73	32
氯	75	450	525	14
鈉	1.6	9	10.6	15
錳	0.5	12	12.5	4
鐵	0.9	5	5.9	15
鋅	0.5	4.2	4.7	12
硼	0.7	0.57	1.27	55
銅	0.2	0.17	0.37	54
鋁	0.2	2.0	2.2	9
鉬	-	0.0013	-	-

來源：Tropical Banana Information Kit, Agrilink Information Unit, DPI, Queensland, Australia

圖一、有機蕉園和慣行蕉園土壤有機質含量變化情形

Fig. 1. Temperal variability of soil organic matter on organic and conventional banana farm



Soil and Nutrition Management on Banana Farm

Shih-Chao Chiang[1*], Chun-Mei Chang[1], Ya-Hsuan Li[1], and Gui-Xiang Zhong[1]
[1]Taiwan Banana Research Institute
[*]Email:shihchaochiang@yahoo.com.tw

Abstract

Banana (*Musa* spp.), being an annual giant herbal crop, requires loamy-textured soil with at least a depth of 60 cm and good drainage, a temperature of 25~30℃, ample water supply, and proper fertilization to reach the goals of vigorous growth, good yield, and quality of banana. Therefore, the key points to a successful banana production are to start with a selection of adequate soil before planting, and then to continue with good soil, water, and fertilization management during plant gowth. To proceed with a proper fertilization on banana farm, banana growers are also required to have the knowledge in growth traits and nutrition needs of banana, to eliminate efficiency-inhibiting factors associated with fertilizer to achieve a maximum production efficacy. Brief guidelines for banana fertilizationis are provided as follows, 1. Compound fertilizer No. 4 (11-5.5-22) at 1.5-2.5 kg per plant per year is recommended. 2. The first application starts at one month after seedling planting. Monthly application rate is 5%, 10%, 20%, 30%, 20%, and 15% of total amount, respectively, each of which could be divided into 1 to 3 dosages depending on weather condition. No fertilizer is needed after bunch emergence. 3. Banana farm soil with low exchangeable potassium is encouraged to supplimented with potassium before shooting. Four to six hundred grams of potassium chloride per plant in two or three applications is recommended. In addition, the banana growers are still in need of conceptual and practical extension education on how to do a good job on banana fertilization. In this way, the banana growers would be able to benefit from avoiding overfertilizationa and reduction in production cost.

Keywords: *Musa*, Nutrition management, Rationalized fertilization, Soil management